

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-76715

⑪ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)3月22日

H 01 L 21/20
21/263
// C 01 B 33/02

7739-5F

D-6570-4G
E-6570-4G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 多結晶半導体薄膜の製造方法

⑮ 特 願 昭62-234323

⑯ 出 願 昭62(1987)9月17日

⑰ 発 明 者 世 良 賢 二 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号
⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

多結晶半導体薄膜の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) ガラス基板上に設けられた少なくともシリコンを含有する水素化非晶質半導体薄膜にその上部より紫外レーザー光を照射し多結晶化し製造する多結晶半導体薄膜の製造方法において、レーザービーム内の強度分布を縦方向に均一に、かつ横方向に台形状もしくはこれと類似の形状とし、該レーザービームを用いて前記半導体薄膜上を走査しながらレーザー照射することを特徴とする多結晶半導体薄膜製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は絶縁物基板上に低温プロセスを用いて高移動度の多結晶半導体薄膜を製造する方法に関するものである。

〔従来の技術〕

近年ガラス基板上に薄膜能動デバイスを形成す

る技術は、大面積透過型液晶ディスプレイや密着型イメージセンサ等を初めとする各所に応用がめざされ、研究が活発化している。そのなかでも大面積に均一に成膜できるa-Si:Hは既に製品レベルの応用が進んでいる。しかし、a-Si:Hでは移動度が非常に遅いため、その応用分野が制限されている。すなわち、光センサやスイッチングデバイスとしては応用可能であるが、これらを駆動する周辺回路を同時に形成しようとした場合、移動度が単結晶シリコンの約1000分の1と低いため、必要とする速さの駆動回路を製作することができない。現在この様な駆動回路はシリコンウエハー上で製作されワイヤボンディングで薄膜デバイスと接続しているのが現状である。しかし、製造コストや配線の歩どまりなどの点から、将来的には全薄膜化が必要とされている。このためにはガラス基板上に高移動度薄膜を製作する手段が必要となる。最近では、ガラス基板上で単結晶シリコンを得ることも可能となってきた。しかし、このためにはかなりの高温プロセスを必要とし、ガラ

【発明が解決しようとする問題点】

しかし、この方法によるとパルスレーザであるため、連続性が得られない。パルス毎のビームの境界が存在し、この境界部分の不均一性が問題となる。この境界部分にデバイスを製作した場合、その特性が保証できない。また照射強度の高いレーザを照射すると、Si膜表面が荒れを起こすという問題を持っている。これを解決する手段として、弱い照射強度でレーザ照射を行いシリコン膜中の水素量を減少させて、次に強い照射強度でレーザ照射を行い多結晶化するという方法があるが、この方法では照射強度をかえて2回レーザ照射を行わなければならないという問題をもっていた。

本発明の目的は前記問題点を解消し、膜荒れの少ない大面積に渡って均一な多結晶膜を製作できる多結晶半導体薄膜製造方法を提供することにある。

【問題点を解決するための手段】

本発明はガラス基板上に設けられた少なくとも

基板も含め他の部分が高温にさらされることになる。この結果、使用するガラス基板などに耐熱性の高いものを用いなければならないこと、及び他部への損傷の問題等が生じてくる。そこで、低温プロセスで均一に高移動度の薄膜能動デバイスを作成する研究が各所で行われている。その一つとしてa-Si:Hを成膜した後、レーザアニールなどにより多結晶化し高移動度にする方法がある。特に紫外レーザであるエキシマレーザを用いた場合に表面のみの局所加熱となり、非常に速い熱プロセスであるため、基板を低温に保ったままで高移動度な薄膜が得られる。またレーザ装置としても紫外域で比較的出力の高いものが簡単に得られるなどの利点がある。そこで、第2図(a)に示すように、レーザ装置7からのレーザビーム4'をプロファイラ6にてミラー5に通して、ガラス基板1の水素化非晶質シリコン膜2上に照射し、多結晶シリコン膜3を得ていた。従来、レーザビーム4'は第2図(b)に示すように矩形パルスとして成形されていた。

3

シリコンを含有する水素化非晶質半導体薄膜にその上部より紫外レーザ光を照射し多結晶化し製造する多結晶半導体薄膜の製造方法において、レーザビーム内の強度分布を縦方向に均一に、かつ横方向に台形状もしくはこれと類似の形状とし、該レーザビームを用いて前記半導体薄膜上に走査しながらレーザ照射することを特徴とする多結晶半導体薄膜製造方法である。

【作用】

a-Si:H膜に対する紫外光の光侵入長は非常に短い。たとえば、XeClエキシマレーザの波長である308nmでは数100Åと言う短さである。これを利用してエキシマレーザを用いたパルスレーザアニールにより、Si膜のごく表面のみを加熱熔融し多結晶化することができる。この結果、ガラス基板は低温に保ちつつ多結晶化できるため、基板損傷が全くなく低温で高移動度が達成できることになる。さらにこの方法の利点として非常に短い時間の結晶化であるため、膜中に水素を多量に残したまま多結晶化していることがあげられる。通常

5

の多結晶膜においては内部に多数の結晶粒界が存在しこの粒界によるバリアが移動度を低下させている原因となっている。このため、内部の結晶粒界に存在する多くのダングリンボンドを水素などでターミネートし結晶粒界でのバリアをさげて高移動度化を図ることが考えられている。しかし、通常の成膜方法では、このような水素化した多結晶Si膜を成膜することは難しい。これは水素が350度という比較的低い温度で抜けるからである。しかし、エキシマレーザアニールでは、数10nsという短時間の熱処理プロセスで結晶化するため、水素が完全に抜け出る暇もなく結晶化し水素化された多結晶Si膜ができる。しかし、このような方法においてもレーザの照射強度が強すぎる場合表面荒れが起こってくる。これは内部の水素が爆発的に抜けようとし、膜中に数多くのボイドを形成するためである。これはTEM写真などで確認されている。そこで、弱い照射強度によるアニールにおいて、ある程度の水素を抜いておいて、強い照射強度のエキシマレーザアニールで、多結晶化

4

6

する方法が考えられる。この方法によると、水素が急速に抜ける影響を低減できる。多結晶膜のダングリングボンドターミネータとして必要な水素の量はあらかじめ水素化非晶質シリコンに含まれる量よりかなり少なくてすむ。このため、この方法により高移動度で表面荒れの少ない多結晶膜を製作できる。これを実現する手段としてレーザービームの照射強度にプロファイルを持たせ走査する方法がある。この方法によると、同一場所においては徐々に照射強度を上げてアニールされることになり、表面荒れが低減でき、さらに境界部分が滑らかであることからビームの境界の影響を排除することができる。

【実施例】

以下添付の図面に示す実施例により本発明の詳細を説明する。シリコン膜をレーザー照射した場合、単一強度で照射した場合は、 $180\text{mJ}/\text{cm}^2$ の照射強度で表面荒れが生ずるが、弱い照射強度でアニールをした後に照射強度を上げた場合、 $220\text{mJ}/\text{cm}^2$ の照射強度まで表面荒れをおこさない

7

分布である台形の形状は上底が下底の3分の1である対称な形状である。この強度分布の形状はビームホモジナイザ、かまぼこ型レンズ、ミラー等を用いたプロファイラ6をもちいて合成できた。レーザービーム4を走査する速度は1パルスあたり台形の斜辺の長さの少なくとも20分の1以下の間隔でビーム4を移動させて行くことが必要である。これより速く操作すると、アニールにむらが生じてくる可能性がある。

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、縦方向に均一、かつ横方向に台形型強度分布を有するビームを用いてレーザー照射により大面積均一に多結晶膜を得ることができ、また、表面荒れの起こしにくい結晶化を一度のレーザー照射の走査で行うことができ、この結晶回路構成においてビームの境界部の影響を配慮する必要がなく、実装密度の高い回路構成を実現できる効果を有するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a)は本発明の実施例を示す図、第1図

でアニールが可能となった。この結果、一度に高い照射強度でアニールするよりも弱い照射強度でアニールをした後に照射強度を上げる方が表面荒れの少ない均一な多結晶膜を製作できた。この結果をふまえて第1図(a)に基づいて、本発明による多結晶膜の製造方法を説明する。第1図(a)に示すように、ガラス基板1上に形成された水素化非晶質シリコン膜(a-Si:H膜)2をエキシマレーザービーム(紫外パルスレーザー光)4を照射し多結晶化させる。このとき、レーザー装置7からのレーザービーム4は第1図(b)に示すように縦方向に均一で横方向に台形状の強度プロファイルを持たせ、この方向にビームを走査してレーザーアニールをおこなった。この結果、同一地点では徐々に強い強度でアニールされる結果となり、表面荒れの少ない均一な多結晶膜3が得られた。またレーザービーム4の境界付近がなめらかであるため、パルスの境界がなく、またどの点もトータルで同じエネルギーでアニールをされていることになり、均一な多結晶膜3が得られる。レーザービーム4の強度

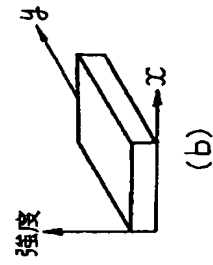
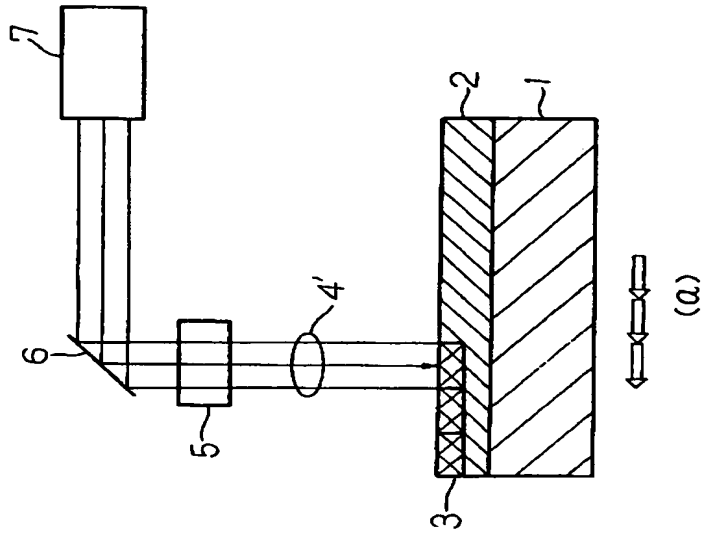
8

(b)はレーザービームの特性を示す図、第2図(a)は従来のエキシマレーザー照射による多結晶膜の製造方法を示す図、第2図(b)は従来のレーザービームの特性を示す図である。

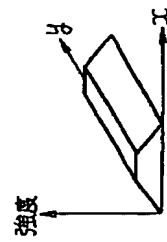
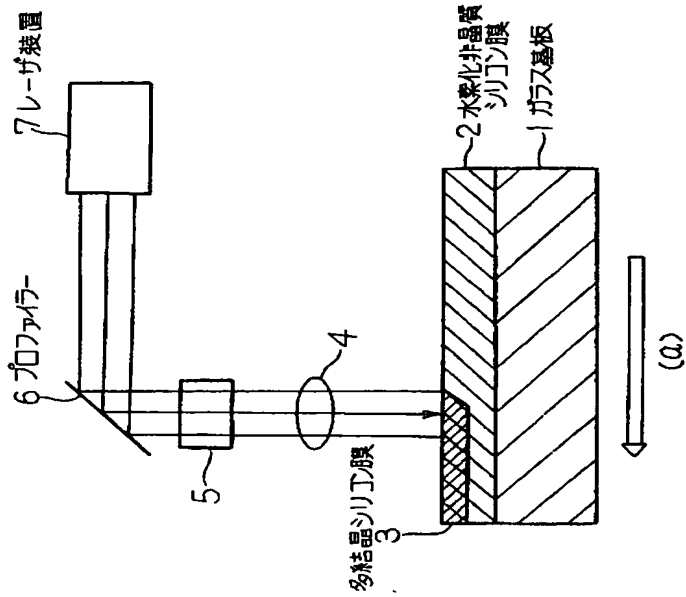
1…ガラス基板、2…水素化非晶質シリコン膜、3…多結晶シリコン膜、4、4'…エキシマレーザービーム、5…ミラー、6…プロファイラ、7…レーザー装置

特許出願人 日本電気株式会社

代理人 弁理士 内原 晋



第2図



第1図